

## MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

Publication number: JP11008393

Publication date: 1999-01-12

Inventor: YAMAZAKI SHUNPEI; OTANI HISASHI; ONUMA HIDETO

Applicant: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB

Classification:


- international: H01L21/20; H01L21/336; H01L29/786; H01L21/02; H01L29/66;  
(IPC1-7): H01L29/786; H01L21/20; H01L21/336

- European: H01L21/336D2C; H01L29/786B4B

Application number: JP19970176353 19970617

Priority number(s): JP19970176353 19970617

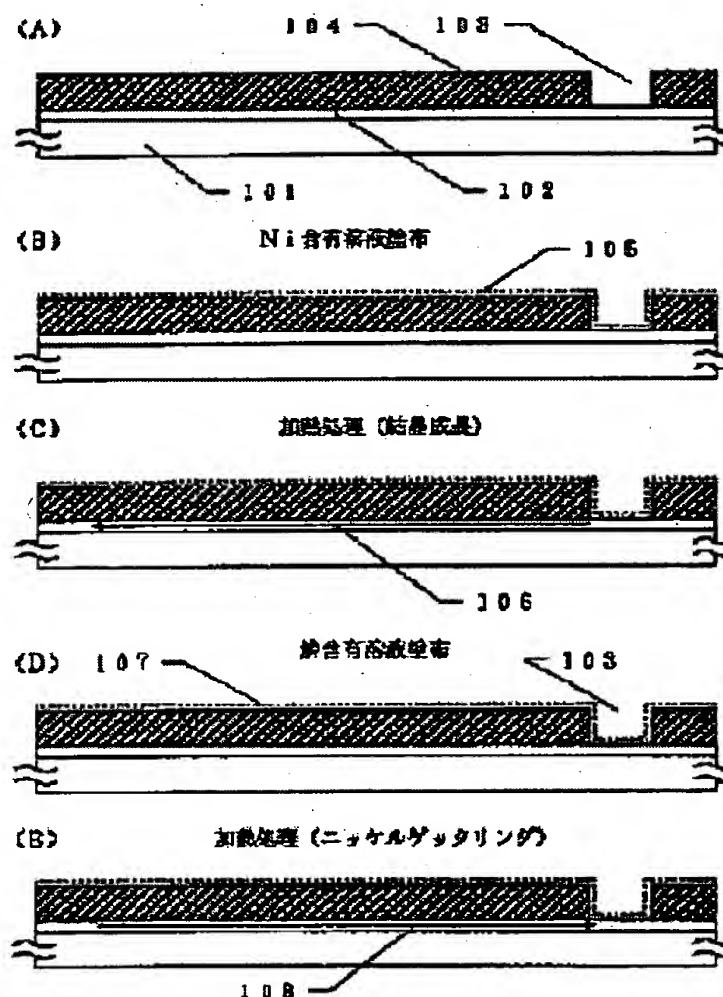
Also published as:

 US6156590 (A1)

Report a data error here

## Abstract of JP11008393

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To suppress the effects of nickel element on a TFT obtained in the process of TFT manufacture by crystallizing an amorphous silicon film by the operation of nickel. **SOLUTION:** A solution containing nickel is applied on an amorphous silicon film 102 masked by a mask 104. The nickel element is kept contacting the surface of the amorphous silicon film at an opening section 103 of the mask. The amorphous silicon film is crystallized by subjecting it to heat treatment. A solution containing phosphorus is applied, and the phosphorus is introduced into the silicon film at the region of the opening section 103. By the application of heat treatment by getting, the nickel element is removed from the region where the phosphorus has been introduced.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

## Family list

4 family members for: JP11008393

Derived from 3 applications

[Back to JP11008393](#)**1 MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE****Inventor:** YAMAZAKI SHUNPEI; OTANI HISASHI; (+1)**Applicant:** SEMICONDUCTOR ENERGY LAB**EC:** H01L21/336D2C; H01L29/786B4B**IPC:** H01L21/20; H01L21/336; H01L29/786 (+5)**Publication info:** JP3717634B2 B2 - 2005-11-16

JP11008393 A - 1999-01-12

**2 Method for producing semiconductor device****Inventor:** YAMAZAKI SHUNPEI (JP); OHTANI HISASHI (JP); (+1)**Applicant:** SEMICONDUCTOR ENERGY LAB (JP)**EC:** H01L21/336D2C; H01L29/786B4B**IPC:** H01L21/20; H01L21/336; H01L29/786 (+3)**Publication info:** US6156590 A - 2000-12-05**3 Method for producing semiconductor device****Inventor:** YAMAZAKI SHUNPEI (JP); OHTANI HISASHI (JP); (+1)**Applicant:** SEMICONDUCTOR ENERGY LAB (JP)**EC:** H01L21/336D2C; H01L29/786B4B**IPC:** H01L21/336; H01L29/786; H01L21/02 (+2)**Publication info:** US6544826 B1 - 2003-04-08

---

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-8393

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月12日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>  
H 0 1 L 29/786  
21/336  
21/20

識別記号

F I  
H 0 1 L 29/78 6 2 7 G  
21/20  
29/78 6 1 8 G  
6 2 7 Z

審査請求 未請求 請求項の数19 F D (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平9-176353

(22) 出願日 平成9年(1997) 6月17日

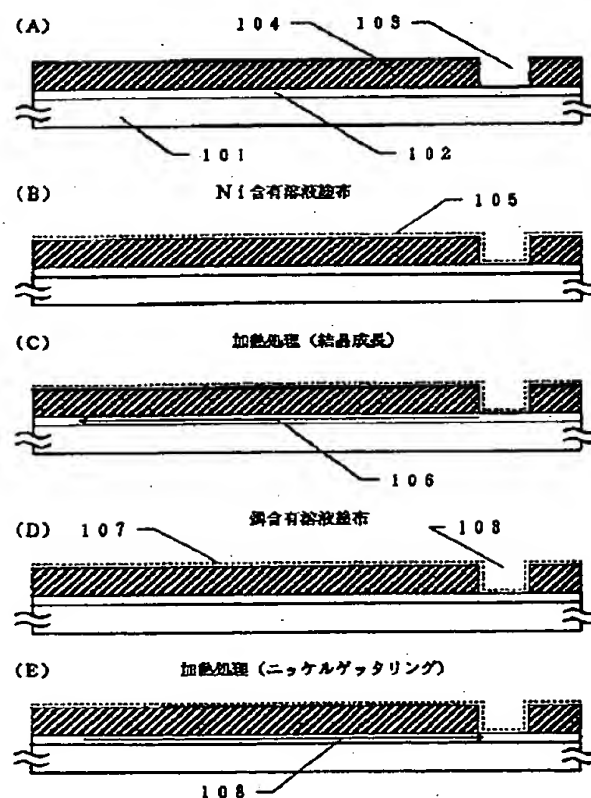
(71) 出願人 000153878  
株式会社半導体エネルギー研究所  
神奈川県厚木市長谷398番地  
(72) 発明者 山崎 舜平  
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
導体エネルギー研究所内  
(72) 発明者 大谷 久  
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
導体エネルギー研究所内  
(72) 発明者 大沼 英人  
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
導体エネルギー研究所内

(54) 【発明の名称】 半導体装置の作製方法

(57) 【要約】

【課題】 非晶質珪素膜をニッケルの作用により結晶化させ、T F Tを作製する工程において、得られるT F Tにニッケル元素の影響が及ぶことを抑制する。

【解決手段】 非晶質珪素膜102の上にマスク104を配置し、その状態でニッケルを含んだ溶液を塗布する。そしてマスクの開口部103においてニッケル元素が非晶質珪素膜の表面に接して保持された状態とする。そして加熱処理を施し非晶質珪素膜を結晶化させる。さらに燐を含んだ溶液を塗布し、開口103が形成された領域において燐が珪素膜に導入されるようにする。そして加熱処理を施し、燐が導入された領域にニッケル元素をゲッタリングさせる。こして、珪素膜中のニッケル元素を低減させる。



## 1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】珪素の結晶化を助長する金属元素の作用を利用し結晶性珪素膜を形成する工程と、  
前記結晶性珪素膜の一部に燐を含有した溶液を選択的に塗布する工程と、  
加熱処理を施し、前記溶液を選択的に塗布した領域に当該金属元素をゲッタリングさせる工程と、  
を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2】請求項 1 において、珪素の結晶化を助長する金属元素としてニッケルが利用されることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 3】請求項 1 において、珪素の結晶化を助長する金属元素として Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Au、Ge、Pb、In、Sb から選ばれた一種または複数種類のものが利用されることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 4】請求項 1 において、加熱処理として強光の照射による方法を利用することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 5】請求項 1 において、燐を含有した溶液として  $P_2O_5$  および/または  $H_xPO_3$  を含んだ溶液を用いることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 6】請求項 1 において、燐を含有した溶液として燐を含有した酸化珪素系被膜形成用の塗布液を用いることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 7】請求項 1 において、燐を含有した溶液として燐酸化合物を溶かした溶液を用いることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 8】請求項 1 において、燐を含有した溶液を固相化する工程を含むことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 9】非晶質珪素膜の一部の領域に珪素の結晶化を助長する金属元素を含む溶液を選択的に接して保持させる工程と、  
加熱処理を施し前記一部の領域から他の領域へと当該金属元素を拡散させ膜面に平行な方向に結晶成長を行わす工程と、  
前記一部の領域に燐を含有した溶液を選択的に接して保持させる工程と、  
加熱処理を施し、前記一部の領域に当該金属元素をゲッタリングさせる工程と、  
を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 10】非晶質珪素膜の一部の領域に珪素の結晶化を助長する金属元素を含む溶液を選択的に接して保持させる工程と、  
加熱処理を施し前記一部の領域から他の領域へと当該金属元素を拡散させ膜面に平行な方向に結晶成長を行わす工程と、  
前記一部の領域に燐を含有した溶液を選択的に接して保持させる工程と、

## 2

加熱処理を施し、前記拡散と逆の経路を辿って金属元素を移動させる工程と、  
を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 11】請求項 9 または請求項 10 において、珪素の結晶化を助長する金属元素としてニッケルが利用されることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 12】請求項 9 または請求項 10 において、珪素の結晶化を助長する金属元素として Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Au から選ばれた一種または複数種類のものが利用されることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 13】請求項 9 または請求項 10 において、加熱処理として強光の照射による方法を利用することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 14】請求項 9 または請求項 10 において、燐を含有した溶液として  $P_2O_5$  および/または  $H_xPO_3$  を含んだ溶液を用いることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 15】請求項 9 または請求項 10 において、燐を含有した溶液として燐を含有した酸化珪素系被膜形成用の塗布液を用いることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 16】請求項 9 または請求項 10 において、燐を含有した溶液として燐酸化合物を溶かした溶液を用いることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 17】請求項 9 または請求項 10 において、燐を含有した溶液を固相化する工程を含むことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 18】珪素の結晶化を助長する金属元素の作用を利用し結晶性珪素膜を形成する工程と、  
前記結晶性珪素膜の一部の領域の表面に燐を含有した材料を選択的に接して保持させる工程と、  
加熱処理を施し、前記一部の領域に当該金属元素をゲッタリングさせる工程と、  
を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 19】請求項 18 において、  
燐を含有した材料は、

燐を含有した酸化珪素系被膜形成用の塗布液を塗布し、  
しかる後に加熱処理を施し酸化珪素系被膜を形成することにより得られることを特徴とする半導体装置の作製方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本明細書で開示する発明は、ニッケルに代表される珪素の結晶化を助長する金属元素を利用して作製した薄膜トランジスタ（以下 T F T と称する）の作製方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】ガラス基板や石英基板上に形成された珪素膜を用いた T F T が知られている。現在主に商品化さ

れているのは、非晶質珪素膜を活性層に用いた非晶質珪素 TFT である。

【0003】また TFT が主に利用されているのは、アクティブマトリクス型の液晶表示装置のアクティブマトリクス回路である。

【0004】非晶質珪素膜を活性層に利用した TFT は、Nチャネル型しか実用化されておらず、またその動作速度が非常に小さいという欠点がある。(これらの欠点があるが故にアクティブマトリクス回路にしか利用されていないとも言える)

【0005】この問題を解決するための技術としては、活性層を構成する珪素膜として結晶性珪素膜を用いる方法がある。

【0006】結晶性珪素膜を得る方法としては、レーザー光の照射による方法と、加熱による方法とがある。

【0007】レーザー光の照射による方法は、CVD法等で成膜された非晶質珪素膜にレーザー光を照射することにより結晶化させるものである。

【0008】加熱による方法は、CVD法等で成膜された非晶質珪素膜を加熱することにより結晶化させるものである。

【0009】レーザー光の照射による結晶化方法は、商業用のレーザー発振装置が実用化の域に達しておらず、主に発振の安定性に問題がある。そのため、得られる結晶性珪素膜の膜質の均一性や生産性に問題がある。

【0010】他方、加熱による方法は、安定した膜質が得られるが、加熱温度が高いため、ガラス基板を利用することが困難であるという問題がある。また、明確な多結晶状態となってしまう関係から、結晶粒界の存在が不安定要素として存在する。

【0011】このような状況においては、加熱による結晶化において、加熱処理温度をいかに下げることができるかが課題となる。また、明確な結晶粒界が形成されないような作製工程を得ることが課題となる。

【0012】この課題を解決する技術として、本出願人はニッケル元素に代表される金属元素を利用して非晶質珪素膜を従来よりも低温での加熱により結晶化させる技術を開発した。

【0013】この技術は、非晶質珪素膜にニッケルに代表される所定の金属元素を導入し、さらに加熱処理を施すことにより結晶性珪素膜を得る技術である。

【0014】この技術によれば、ガラス基板が耐える温度である 600℃前後の加熱処理によって、高い結晶性を有した結晶性珪素膜を得ることができる。

【0015】また、得られる膜質の明確な結晶粒界が目立たず、従来の明確な多結晶珪素膜よりも好ましいものを得ることができる。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】上述した金属元素を用いる方法は、得られる結晶性珪素膜中に当該金属元素が

残留するという問題がある。

【0017】金属元素は、半導体膜中においてトラップセンターとなり、得られる TFT の特性に悪影響を与える。よって、TFT の活性層を構成する半導体膜中においてはその残留濃度を極力低減することが望ましい。

【0018】本明細書で開示する発明は、珪素の結晶化を助長する金属元素を用いて得られた結晶性珪素膜を活性層として作製される TFT において、活性層中に残留する金属元素の濃度を低減する技術を提供することを課題とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】本明細書で開示する発明の一つは、珪素の結晶化を助長する金属元素の作用を利用して結晶性珪素膜を形成する工程と、前記結晶性珪素膜の表面の一部に燐を含有した溶液を選択的に塗布する工程と、加熱処理を施し、前記溶液を選択的に塗布した領域に当該金属元素をゲッタリングさせる工程と、を有することを特徴とする。

【0020】上記構成において、珪素の結晶化を助長する金属元素としてニッケルが利用することが最も好ましい。これは、結晶化及びゲッタリングの効果がニッケルの場合に最も顕著に得られるからである。特にゲッタリングの効果は、ニッケルと燐との組み合わせにおいて最も大きく得ることができる。

【0021】なお、金属元素としては、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Au、Ge、Pb、In、Sb から選ばれた一種または複数種類のものを用いることもできる。

【0022】加熱処理の方法としては、ヒーターを用いた普通の加熱炉において行う方法が一般的である。しかし、RTA法と呼ばれる強光の照射による方法を用いてもよい。

【0023】燐を含有した溶液として  $P_2O_5$  および/または  $H_xPO_3$  を含んだ溶液を用いることができる。

【0024】また、燐を含有した溶液として燐を含有した酸化珪素系被膜形成用の塗布液を用いることができる。この溶液として代表的なものは、東京応化工業株式会社の OCD 溶液である。

【0025】この溶液は、塗布後にベークすることにより固化し酸化珪素系の被膜となる。この場合、燐を含有した溶液を固相化する工程が必要とされる。

【0026】また、燐を含有した溶液としては、燐酸化合物を溶かした溶液を用いることができる。

【0027】溶液を導入した後は、

(1) スピンドライによって、余分な溶液を吹き飛ばし、燐が表面に接した状態とする。

(2) 加熱乾燥させて、液体成分を飛ばし、燐が表面に接した状態とする。

(3) ベークし固相化させ、膜(例えば酸化珪素膜)とする。

【0028】といった方法により、燐が非晶質珪素膜の表面の一部に接して保持された状態とする。そして、加熱処理を施すことにより、燐を非晶質珪素膜中に僅かに拡散させ（しみださせ）、ニッケルのゲッタリングを行わせる。

【0029】他の発明の構成は、非晶質珪素膜の表面の一部の領域に珪素の結晶化を助長する金属元素を含む溶液を選択的に接して保持させる工程と、加熱処理を施し前記一部の領域から他の領域へと当該金属元素を拡散させ膜面に平行な方向に結晶成長を行わす工程と、前記一部の領域に燐を含有した溶液を選択的に接して保持させる工程と、加熱処理を施し、前記一部の領域に当該金属元素をゲッタリングさせる工程と、を有することを特徴とする。

【0030】他の発明の構成は、非晶質珪素膜の表面の一部の領域に珪素の結晶化を助長する金属元素を含む溶液を選択的に接して保持させる工程と、加熱処理を施し前記一部の領域から他の領域へと当該金属元素を拡散させ膜面に平行な方向に結晶成長を行わす工程と、前記一部の領域に燐を含有した溶液を選択的に接して保持させる工程と、加熱処理を施し、前記拡散と逆の経路を辿って金属元素を移動させる工程と、を有することを特徴とする。

【0031】他の発明の構成は、珪素の結晶化を助長する金属元素の作用を利用し結晶性珪素膜を形成する工程と、前記結晶性珪素膜の一部の領域の表面に燐を含有した材料を選択的に接して保持させる工程と、加熱処理を施し、前記一部の領域に当該金属元素をゲッタリングさせる工程と、を有することを特徴とする。

【0032】上記構成において、燐を含有した材料は、燐を含有した酸化珪素系被膜形成用の塗布液を塗布し、しかる後に加熱処理を施し酸化珪素系被膜を形成することにより得られることを特徴とする。

【0033】この構成の例としては、PSG膜や東京応化工業株式会社のOCD溶液を用いた酸化珪素系被膜を形成する場合の例を挙げることができる。

【0034】

【発明の実施の形態】図1に示すように非晶質珪素膜102の上にマスク104を配置し、その状態でニッケルを含んだ溶液を塗布する。

【0035】そしてマスクの開口部103においてニッケル元素が非晶質珪素膜の表面に接して保持された状態とする。

【0036】次に加熱処理を施し非晶質珪素膜を結晶化させる。さらに燐を含んだ溶液を塗布し、開口103が形成された領域において燐が珪素膜に接して保持させた状態とする。

【0037】次に加熱処理を施し、燐が導入された領域にニッケル元素をゲッタリングさせる。この際、ニッケル元素は図1(C)の結晶成長の段階における拡散経路

の逆を辿って燐が接して保持された領域に集まる。こうして、珪素膜中のニッケル元素を低減させる。

【0038】

【実施例】

【実施例1】図1～図2に本実施例の作製工程を示す。ここでは、横成長という結晶成長形態を用いてNチャネル型のTFETを作製する場合の例を示す。

【0039】まず、図1(A)に示すようにガラス基板101上に非晶質珪素膜102を減圧熱CVD法でもって50nmの厚さに成膜する。

【0040】非晶質珪素膜の成膜方法はプラズマCVD法でもよいが、減圧熱CVD法で成膜した非晶質珪素膜の方が結晶性珪素膜を得る目的のためには適している。

【0041】ガラス基板は、その表面に下地膜として酸化珪素膜や酸化窒化珪素膜が成膜されているものを用いてもよい。

【0042】また、ガラス基板以外に石英基板や絶縁膜が成膜された半導体基板を利用してもよい。

【0043】非晶質珪素膜102を成膜したら、120nm厚の酸化珪素膜をプラズマCVD法で成膜する。そしてこの酸化珪素膜をパターニングすることにより、マスク104を形成する。このマスク104は、後に珪素の結晶化を助長する金属元素であるニッケルを選択的に導入する際に利用される。(図1(A))

【0044】このマスク104には、103で示されるように開口部が設けられており、この部分で非晶質珪素膜102が露呈している。この開口部103は、図面の手前側から奥行き方向へと細長い長手形状を有している。即ち、図1(A)に示す状態において、非晶質珪素膜102は、開口部103の部分で細長くその表面が露呈している。

【0045】次にニッケル酢酸塩溶液を塗布し、図2(B)の105で示すようにニッケル元素が表面に接して保持された状態を得る。

【0046】この状態においては、開口部103の部分でニッケル元素が非晶質珪素膜102の表面に接して保持された状態となる。即ち、ニッケル元素が非晶質珪素膜に対して選択的に導入された状態となる。

【0047】次に570℃、14時間の加熱処理を施す。この工程においては、図1(C)の106で示されるような基板に平行な方向への結晶成長、即ち膜面に平行な方向への結晶成長が進行する。(この結晶成長を横成長と称する)

【0048】この結晶成長の距離は100μm以上にも渡って行わすことができる。上記加熱処理の温度が580℃以上となると、自然核発生(ニッケルの作用によらない結晶成長)が横成長を阻害するので注意が必要である。

【0049】即ち、上記加熱処理の工程は、自然核発生が生じない程度の温度で行わすことが重要となる。

## 7

【0050】次に燐を含有した溶液を塗布し、自然乾燥させる。こうして図1(D)の107で示されるように燐が表面に接して保持された状態が得られる。

【0051】ここでは、燐を含有した溶液として燐酸と燐酸塩とを混合した溶液を用いる。

【0052】この状態においては、マスク104に形成された開口103の底部において露呈した非晶質珪素膜102の表面に選択的に燐が接して保持された状態が得られる。

【0053】この図1(E)に示す工程においては、塗布後において単位面積あたりに存在する燐の密度が(B)の工程におけるニッケルの密度よりも多くなるように溶液の濃度を調整する。

【0054】後のニッケルのゲッタリング工程をより高い効率で行うことを考えると、上記燐の密度はニッケルの密度の10倍以上となるようにすることが好ましい。具体的には、溶液中における燐の濃度が $1 \times 10^{20}$ 原子/cm<sup>3</sup>以上となる条件とすることが好ましい。

【0055】このような燐の導入量の変更は、燐の導入に溶液を用いることで容易に行うことができる。

【0056】次に再度の加熱処理を加える。ここでは、窒素雰囲気中における600℃、2時間の加熱処理を加熱炉において行う。この工程では、膜中に拡散していたニッケル元素が108で示される経路で移動し、開口103が設けられた領域にゲッタリングされる。

【0057】このニッケルの経路108は、(C)で示す結晶化工程におけるニッケル元素の拡散経路と丁度逆なものとなる。

【0058】この工程において、燐化ニッケルとして燐が導入された領域(開口103が設けられた領域)にニッケルが固定化される。

【0059】燐とニッケルとの結合状態は、NiPやNiP<sub>2</sub>というように多様な状態を有し、またその結合は非常に安定している。

【0060】一般に600℃程度の温度では燐はほとんど移動しない。他方、600℃程度の温度では、ニッケルは盛んに移動する。

【0061】よって、燐化ニッケルは燐が導入された領域に集中的に存在することになる。この状態は、燐にニッケルがゲッタリングされた状態であるといえる。

【0062】こうして、膜中のニッケル元素濃度が低減された横成長領域を得ることができる。

【0063】上記ニッケルのゲッタリングのための加熱処理温度は、550℃～800℃、好ましくは600℃～750℃の範囲から選択すればよい。

【0064】この温度範囲以上だと燐の拡散も顕在化するのでニッケルを所定の領域に集中させるという目的を達成できない。

【0065】他方、この温度範囲以下だとニッケルの拡散距離が短くなるのでやはりニッケルを所定の領域に集

## 8

中させるという目的を達成できない。

【0066】このゲッタリングのための加熱処理はRTAと称される強光の照射による方法により行ってもよい。また、この際レーザー光の照射を併用してもよい。

【0067】図1(E)に示す工程が終了したら、燐化ニッケル成分、及び燐シリサイド成分を除去する。この工程では、開口部103の領域で露呈している珪素膜が選択的に除去される。

【0068】次に開口部103が設けられていた領域で露呈していた領域と結晶成長の先端部分の領域を避けて、珪素膜のパターン201を形成する。(図2(A))

【0069】このパターンは後にTFTの活性層となる。このパターンは、TFTの動作時においてチャネルを移動するキャリアの移動方向に延長する軸と先の結晶成長方向(横成長方向)に延長する軸とを合わせるように設定する。

【0070】本実施例において得られる珪素膜においては、結晶粒界の延在方向が結晶成長の方向と概略一致している。即ち、横成長方向において結晶粒界が横切って存在する割合は非常に小さいものとなっている。

【0071】よって、キャリアの移動方向軸と横成長方向軸とをそろえることにより、キャリアの移動が阻害されにくいものとすることができる。そして高い特性を有するTFTを得ることができる。

【0072】活性層のパターン201を形成したら、次にプラズマCVD法によりゲイト絶縁膜として機能する酸化珪素膜202を100nmの厚さに成膜する。(図2(A))

【0073】次にスパッタリング法により400nmの厚さにアルミニウム膜を成膜する。そしてレジストマスク200を配置する。このレジストマスク200を用いて先のアルミニウム膜をパターンニングし、アルミニウムパターン203を得る。

【0074】こうして図2(A)に示す状態を得る。次に陽極酸化法を用いて、多孔質状の陽極酸化膜204を400nmの厚さに成膜する。この工程は、レジストマスク200を配置した状態で行い、アルミニウムパターンの側面のみにおいて陽極酸化が進行するようにする。

(図2(B))

【0075】次にレジストマスク200を除去し、再度の陽極酸化を行う。この工程では、緻密な膜質を有する陽極酸化膜205を70nmの厚さに成膜する。この工程では、多孔質状の陽極酸化膜204の内部にまで電解溶液が浸透する関係から、緻密な膜質を有する陽極酸化膜205は多孔質状の陽極酸化膜204の内側に成膜される。(図2(B))

【0076】こうして図2(B)に示す状態を得る。次に燐のドーピングをプラズマドーピング法でもって行



【0077】この工程では、図2(C)に示すように207と209の領域に燐がドーピングされる。また、208の領域には燐がドーピングされない。

【0078】このドーピングは、普通のソース及びドレイン領域を形成するためのドーピング条件でよい。

【0079】この工程における燐のドーピングは、ソース/ドレイン領域を決定するための役割と、208の領域からニッケル元素の除去の役割とがある。

【0080】なお、207の領域が後にソース領域になる。また208が後にドレイン領域になる。また、211の領域にチャンネル領域とそれに隣接する低濃度不純物領域が形成される。

【0081】次に450℃、2時間の加熱処理を施す。この工程において、208の領域から207及び209の領域に向かって残留するニッケル元素が移動する。

【0082】この工程では、207及び209の領域にドーピングされた燐にニッケルがゲッタリングされる。即ち、207及び209の領域にニッケルがゲッタリングされる。

【0083】次に多孔質状の陽極酸化膜204を選択的に除去する。そして再度燐のドーピングを行う。この工程は、先の図2(C)の工程におけるドーピングに比較してライトドーピング(低ドーズ量)の条件でもって行う。

【0084】この工程において、210、212の領域に低ドーズ量でもってドーピングが行われる。そして、これらの領域は低濃度不純物領域となる。(図2(D))

【0085】低濃度不純物領域というのは、207や209の領域に比較してより低濃度に不純物が含まれている領域という意味である。この意味で207や209の領域は高濃度不純物領域といえることができる。

【0086】この低濃度不純物領域210、212の寸法は、多孔質状の陽極酸化膜204の成長距離によって決定される。

【0087】ここでドーピングの行われなかった211の領域はTFTのチャンネル領域となる。なお、緻密な膜質を有する陽極酸化膜205の膜厚分でもってチャンネル領域に隣接してオフセット領域が形成されるが、ここでは陽極酸化膜205の膜厚が70nmと薄いのでその存在は省略する。

【0088】ドーピングの終了後、レーザー光を照射してドーピング時に生じた結晶構造の損傷のアニールとドーパントの活性化とを行う。この工程は、強光の照射によって行ってもよい。

【0089】こうしてソース領域207、ドレイン領域209、低濃度不純物領域210及び212、チャンネル領域211を得る。

【0090】図2(D)に示す状態を得たら、図2

(E)に示すように層間絶縁膜として窒化珪素膜213

を200nmの厚さに成膜する。さらにアクリル樹脂膜214をスピンコート法でもって成膜する。アクリル樹脂膜はその最小の膜厚が600nmとなるようにする。こうして図2(E)に示すNチャンネル型のTFTを完成させる。

【0091】図1(E)における燐の導入方法としては、溶液を用いる方法以外にPSG膜を利用した方法を用いることもできる。また、PH<sub>3</sub>のような燐を含んだガスを少なくとも含んだ雰囲気中に試料を曝す方法を採用してもよい。

【0092】これらの方法を実行するには、図1(E)に示す状態において、PSG膜を成膜する、あるいはPH<sub>3</sub>を含有した雰囲気中に曝すという工程を実行すればよい。

【0093】〔実施例2〕本実施例では、実施例1に示す作製工程において、ゲイト電極として導電性を付与した珪素膜を用いた場合の例を示す。

【0094】ゲイト電極に珪素膜を用いた場合には、図2(C)に示す工程における加熱処理をガラス基板の耐える温度(例えば650℃程度)まで高めることができる。この場合、ニッケルの207及び209の領域へのゲッタリング効果をさらに高いものとすることができる。

【0095】ゲイト電極の材料としては、各種シリサイド材料や各種金属材料を用いることができる。例えば、タンタルや窒化タンタル等の材料を用いることができる。

【0096】〔実施例3〕本実施例では、実施例1に示す作製工程を基礎としてPチャンネル型のTFTを作製する場合の例を示す。

【0097】Pチャンネル型のTFTを作製する場合には、図2(C)及び図2(D)に示すドーピング時にボロンのドーピングを行う。この場合、図2(C)に示すゲッタリング効果は得ることができない。

【0098】これは、ボロンにはニッケルをゲッタリングする作用がないからである。即ち、ボロンには燐と同様な効果が期待できないからである。

【0099】〔実施例4〕本実施例では、Pチャンネル型のTFTを作製する場合において、さらに図2(C)に示すようなゲッタリングを行う場合の例を示す。

【0100】この場合は、図2(C)に示す工程まで実施例1に示す作製工程に従う。即ち、図2(C)に示す段階までNチャンネル型のTFTを作製する工程に従う。その後にはボロンのドーピングを行い、燐に影響を打ち消す。

【0101】即ち、まず燐のドーピングを207及び209の対して行い、その後には加熱処理を施すことにより図2(C)に示すように207及び209の領域へのニッケルのゲッタリングを行う。(この段階まではNチャンネル型のTFTの作製工程である)



【0102】その後、ボロンのドーピングを燐の影響を打ち消す条件で行う。次に多孔質状の陽極酸化膜204を除去する。

【0103】そして(D)に示す工程において210、212の領域にボロンのライトドーピングを行う。

【0104】そしてレーザー光の照射によるアニールを行い、P型を有する領域207、210、212、209を得る。ここで、207がソース領域、209がドレイン領域、210及び212が低濃度不純物領域となる。

【0105】本実施例では、ゲッタリング用の燐のドーピングを行った後にソース/ドレイン領域と低濃度不純物領域を形成するためのボロンのドーピングを行う。本実施例は、ドーピングの回数が増えるという欠点はあるが、ソース/ドレインとなる領域へのゲッタリングを行うことができる優位性がある。

【0106】〔実施例5〕本実施例では、Pチャネル型のTFTとNチャネル型のTFTとを相補型に組み合わせた構造を提供する場合の例を示す。

【0107】図3に本実施例の作製工程を示す。まず図1(A)～図1(E)に示す作製工程に従って横成長させた結晶性珪素膜を得る。そして横成長した領域を用いて図3(A)に示す活性層パターン302、303を得る。なお、図3(A)において、301はガラス基板である。

【0108】また、302のパターンはPチャネル型TFTの活性層となるパターンであり、303はNチャネル型TFTの活性層となるパターンである。

【0109】活性層パターンを形成したら、ゲイト絶縁膜304を成膜する。そして図示しないアルミニウム膜を成膜し、レジストマスク300を用いてアルミニウムパターン305、306を形成する。アルミニウムに代わる材料としては、タンタルを利用することができる。タンタルもまた陽極酸化が可能であり、アルミニウムと同じように利用することができる。

【0110】こうして図3(A)に示す状態を得る。図3(A)に示す状態を得たら、陽極酸化を行うことにより、多孔質状の陽極酸化膜307、308を形成する。この工程では、図示しないがレジストマスク300を残存させた状態で陽極酸化を行い、アルミニウムパターンの側面に多孔質状の陽極酸化を進行させる。(図3(B))

【0111】次にレジストマスクを除去し、再度の陽極酸化を行う。この工程では、緻密な膜質を有する陽極酸化膜309、310が形成される。(図3(B))

【0112】この状態において、陽極酸化されずに残存したアルミニウムパターン311、312がゲイト電極となる。(図3(B))

【0113】次に露呈した酸化珪素膜を垂直異方性を有するドライエッチング法を用いてエッチングし、図3

(C)に示す状態を得る。この状態においては、313及び314で示される酸化珪素膜のパターンが得られる。

【0114】次に多孔質状の陽極酸化膜307、308を除去する。そして図示しないが片方のTFT部分をレジストマスクでマスクし、片方ずつ燐及びボロンのドーピングを行う。

【0115】この際、残存した酸化珪素膜303及び314の一部がマスクとなり、316、318、321、323の領域には、315、319、320、324の領域に比較してより低ドーズ量でもってドーピングが行われる。(図3(D))

【0116】こうして、高濃度にドーピングされた領域315、319、320、324が自己整合的に形成され、低濃度にドーピングされた領域316、318、321、323が自己整合的に形成される。(図3(D))

【0117】ここで、315がPチャネル型TFTのソース領域、319がPチャネル型TFTのドレイン領域、324がNチャネル型TFTのソース領域、320がNチャネル型TFTのドレイン領域となる。(図3(D))

【0118】また、317及び322の領域は、ドーピングが行われず、チャネル領域となる。また、316と318はPチャネル型TFTの低濃度不純物領域となる。さらに321と323はNチャネル型TFTの低濃度不純物領域となる。

【0119】図3(D)に示す状態が得られたら、層間絶縁膜として窒化珪素膜325を成膜し、さらにアクリル樹脂膜326を成膜する。

【0120】そしてコンタクトホールを形成を行い、Pチャネル型TFTのソース電極327、Nチャネル型TFTのソース電極329、両TFTに共通なドレイン電極328を形成する。こうして相補型に構成されたTFT回路が完成する。

【0121】この回路は、シフトレジスタ回路やバッファ回路、その他集積回路の基礎となる回路となる。

【0122】〔実施例6〕本実施例では、ニッケル元素を非晶質珪素膜の表面の全体に導入して結晶化を行わせる場合の例である。

【0123】図4に本実施例の作製工程を示す。本実施例では、結晶性珪素膜を得る工程と、その後のニッケル元素のゲッタリング工程とを示す。

【0124】まず図4(A)に示すようにガラス基板101上に非晶質珪素膜102を成膜する。

【0125】次にニッケル酢酸塩溶液を非晶質珪素膜102の表面の全体に塗布し、非晶質珪素膜102の表面の全体にニッケル元素の導入を行う。(図4(B))

【0126】次に加熱処理を行い非晶質珪素膜を結晶化させ結晶性珪素膜402を得る。ここでは、600℃、

8時間の加熱処理を行う。この工程では、横成長を行わせないので、自然核発生が生じる温度での加熱処理を行ってもよい。(図4(B))

【0127】この工程における結晶化は、全面において、点々と存在する核発生点から放射状に花が咲くように結晶成長が進行する。この結晶成長部分を拡大して見ると、図1に示す横成長と同じ結晶成長形態が観察される。

【0128】こうして図4(C)に示すように結晶性珪素膜402が得られる。次に酸化珪素膜でなるマスク403を形成する。このマスク403には、開口405が形成されている。(図4(D))

【0129】次に燐含有溶液を塗布することにより、404で示されるように燐が表面に接して保持された状態が得られる。(図4(D))

【0130】この状態においては、結晶性珪素膜402の一部の領域(開口405が形成されている領域)においてのみ燐が結晶性珪素膜に接している。

【0131】次に加熱処理を行うことにより、開口405が設けられた領域(即ち、燐が接して保持された領域)に向かって、膜全体に分布しているニッケル元素が移動する。即ち、燐にニッケル元素がゲッタリングされる。(図4(E))

【0132】図4(D)に示す作製工程が終了したら、406で示すゲッタリングが終了した領域を用いてTFTの活性層を形成する。そして実施例1に示すようにしてTFTを作製する。

【0133】ここでは、TFTを作製する例を示すが、得られた結晶性珪素膜を用いて、抵抗体、ダイオード、キャパシタ、半導体センサー等を形成してもよい。

【0134】〔実施例7〕本実施例では、逆スタガー型のTFTを作製する場合の例を示す。図5に本実施例の作製工程を示す。まず、図5(A)に示すようにガラス基板501上に下地膜として酸化珪素膜502を成膜する。

【0135】ガラス基板の表面が平滑であり、またガラス基板中の不純物の拡散が問題とならなければこの下地膜は特に必要ない。

【0136】次にタンタルを用いてゲイト電極503を形成する。ゲイト電極503の表面には陽極酸化膜を形成してもよい。

【0137】ゲイト電極としては、タンタルと窒化タンタルの積層体、さらには一導電型の珪素、各種シリサイド、各種金属等を用いることができる。

【0138】ゲイト電極503の側面はテーパ形状とすることが好ましい。これは、後の結晶化やゲッタリングの工程に際し重要な事項となる。

【0139】ゲイト電極503を形成したら、ゲイト絶縁膜として酸化珪素膜504を成膜する。さらに非晶質珪素膜505を成膜する。

【0140】そして酸化珪素膜でなるマスク506を形成する。この酸化珪素膜でなるマスク506には、開口507が形成されている。この開口は、図面の手前方向から奥行き方向へと延在する細長い長手形状を有している。

【0141】次にニッケルを含んだ溶液を塗布し、508で示されるようにニッケル元素が表面に接して保持された状態を得る。(図5(A))

【0142】この状態においては、マスク506に形成された開口507の部分でニッケル元素が非晶質珪素膜505に接して保持されている状態が得られる。

【0143】次に加熱処理を施すことにより、509で示されるようにニッケル元素の拡散に従う結晶成長を行わせる。(図5(A))

【0144】この際、ゲイト電極503の側面がテーパ形状となっていないと、結晶成長の順調に進行しない。これは、ゲイト電極503の側面がテーパ形状となっていないと、非晶質珪素膜が段差を乗り越える部分で結晶成長が阻害されてしまうからである。

【0145】次に燐を含んだ溶液を塗布し、500で示されるように燐が表面に接して保持された状態を得る。(図5(B))

【0146】この状態においては、開口部507の部分で燐が珪素膜の表面に接して保持された状態となる。

【0147】次に再度の加熱処理を行う。この工程では、珪素膜中に拡散したニッケル元素が508で示すような経路でもって開口部507の領域に移動する。即ち、燐が導入された領域にニッケル元素がゲッタリングされる。(図5(B))

【0148】次に酸化珪素膜でなるマスク506を除去し、さらに横成長した珪素膜の領域を用いてTFTの活性層を形成する。この活性層は、図5(C)の510、511、512で示される各領域でなる島状のパターンである。

【0149】次に酸化珪素膜でなるマスク509を形成する。そしてプラズマドーピング法(またはイオン注入法)を用いて燐のドーピングを行う。こうしてソース領域510、ドレイン領域512、チャネル領域511を形成する。(図5(C))

【0150】ドーピングの終了後、レーザー光の照射を行うことにより、被ドーピング領域に生じた結晶構造のアニールとドーパントの活性化とを行う。(図5(C))

【0151】次にチタン膜とアルミニウム膜とチタン膜とを積層した膜でもって、ソース電極514、ドレイン電極515とを形成する。こうして図5(D)に示す逆スタガー型のTFTを完成させる。

【0152】〔実施例8〕本実施例は、実施例7に示す構成の変形例である。図6に本実施例の作製工程を示す。

【0153】まず、実施例7に示す作製工程に従って、図6(B)に示す状態を得る。

【0154】次に図6(C)に示すように活性層601を形成する。そして酸化珪素膜602でなるマスク602を配置する。

【0155】次にN型微結晶珪素膜を成膜し、それをパターニングすることにより、603、604で示すパターンを得る。ここで、603がソース領域、604がドレイン領域となる。こうしてNチャネル型のTFTが完成する。

【0156】ここでは導電率の高い微結晶膜を利用したが、非晶質珪素膜であってもよい。なお、N型微結晶膜の代わりにP型微結晶性膜を用いれば、Pチャネル型のTFTを得ることができる。

【0157】〔実施例9〕本実施例は、本明細書中で示したTFTを用いた半導体装置の例を示す。図7(A)に示すのは、携帯型の情報処理端末である。この情報処理端末は、本体2001にアクティブマトリクス型の液晶ディスプレイまたはアクティブマトリクス型のELディスプレイを備え、さらに外部から情報を取り込むためのカメラ部2002を備えている。

【0158】カメラ部2002には、受像部2003と操作スイッチ2004が配置されている。

【0159】情報処理端末は、今後益々その携帯性を向上させるために薄く、また軽くなるもと考えられている。

【0160】このような構成においては、アクティブマトリクス型のディスプレイ2005が形成された基板上周辺駆動回路や演算回路や記憶回路がTFTでもって集積化されることが好ましい。

【0161】図7(B)に示すのは、ヘッドマウントディスプレイである。この装置は、アクティブマトリクス型の液晶ディスプレイやELディスプレイ2102を本体2101に備えている。また、本体2101は、バンド2103で頭に装着できるようになっている。

【0162】図7(C)に示すのは、カーナビゲーション装置である。この装置は、本体2201に液晶表示装置2202と操作スイッチ2203を備え、アンテナ2204で受診した信号によって、地理情報等を表示する機能を有している。

【0163】図7(D)に示すのは、携帯電話である。この装置は、本体2301にアクティブマトリクス型の液晶表示装置2304、操作スイッチ2305、音声入力部2303、音声出力部2302、アンテナ2306を備えている。

【0164】また、最近では、(A)に示す携帯型情報処理端末と(D)に示す携帯電話とを組み合わせたとような構成も商品化されている。このような構成においてもアクティブマトリクス型のディスプレイとその他の回路を同一基板上にTFTでもって集積化する構成が有用とな

る。

【0165】図7(E)に示すのは、携帯型のビデオカメラである。これは、本体2401に受像部2406、音声入力部2403、操作スイッチ2404、アクティブマトリクス型の液晶ディスプレイ2402、バッテリー2405を備えている。

【0166】図7(F)に示すのは、プロジェクション型の液晶表示装置である。この構成は、本体2501に光源2502、アクティブマトリクス型の液晶表示装置2503、光学系2504を備え、装置の外部に配置されたスクリーン2505に画像を表示する機能を有している。

【0167】ここでは、液晶表示装置としては、透過型のもでも反射型のもでも利用することができる。

【0168】また、(A)～(E)に示す装置では、液晶表示装置の代わりにEL素子を利用したアクティブマトリクス型のディスプレイを用いることもできる。

【0169】

【発明の効果】本明細書で開示する発明を利用することで、珪素の結晶化を助長する金属元素を用いて得られた結晶性珪素膜を活性層として作製されるTFTにおいて、活性層中に残留する金属元素の濃度を低減できる技術を提供することができる。そして、高い特性と信頼性を有した半導体装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 結晶性珪素膜を得る工程を示す図。

【図2】 TFTの作製工程を示す図。

【図3】 TFTの作製工程を示す図。

【図4】 結晶性珪素膜を得る工程を示す図。

【図5】 TFTの作製工程を示す図。

【図6】 TFTの作製工程を示す図。

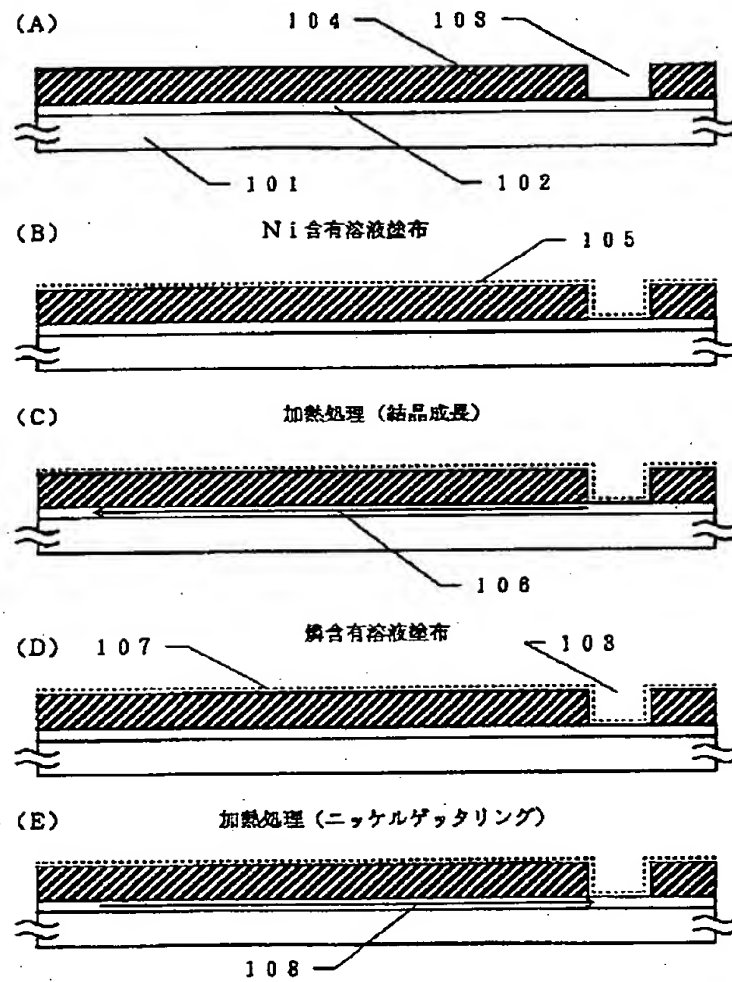
【図7】 TFTを利用した半導体装置の概要を示す図。

【符号の説明】

101	ガラス基板
102	非晶質珪素膜
103	開口
104	酸化珪素膜でなるマスク
105	表面に接して保持されたニッケル元素
106	結晶成長方向
107	表面に接して保持された燐元素
108	ゲッタリングされるニッケルの移動方向
201	横成長領域でなる活性層パターン
202	ゲイト絶縁膜(酸化珪素膜)
203	アルミニウムパターン
200	レジストマスク
204	多孔質状の陽極酸化膜
205	緻密な膜質を有する陽極酸化膜
206	アルミニウムでなるゲイト電極
207	ソース領域(高濃度不純物領域)

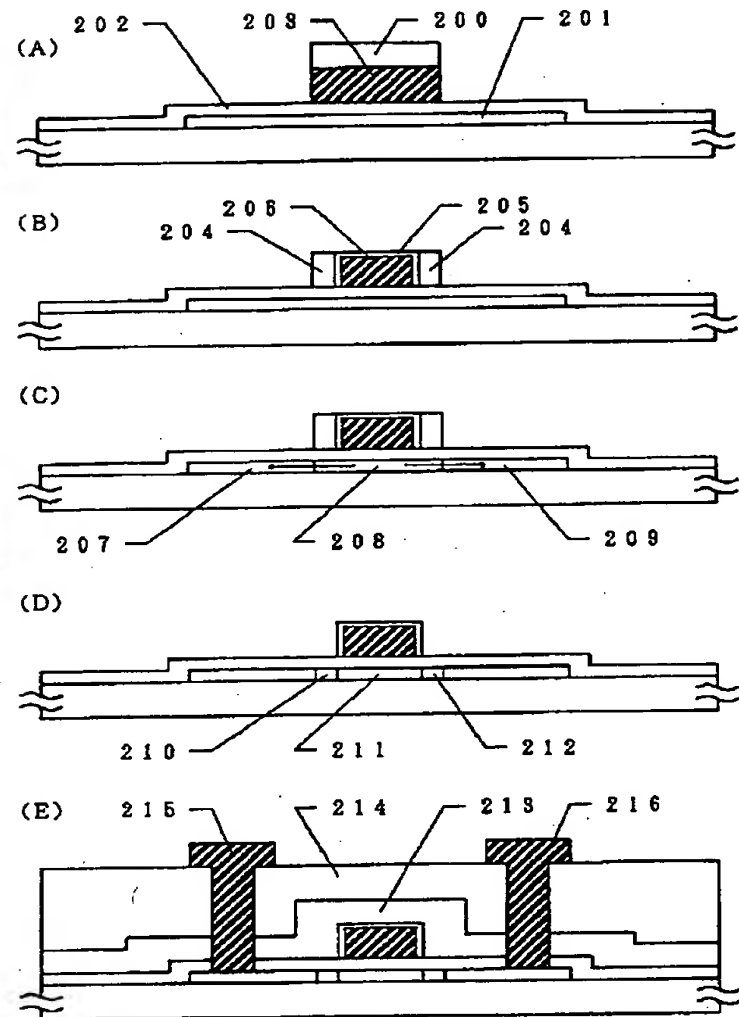
- 17
- 208 燐のドーピングが行われなかった領域
- 209 ドレイン領域 (高濃度不純物領域)
- 210 低濃度不純物領域
- 211 チャネル形成領域
- 212 低濃度不純物領域

【図1】

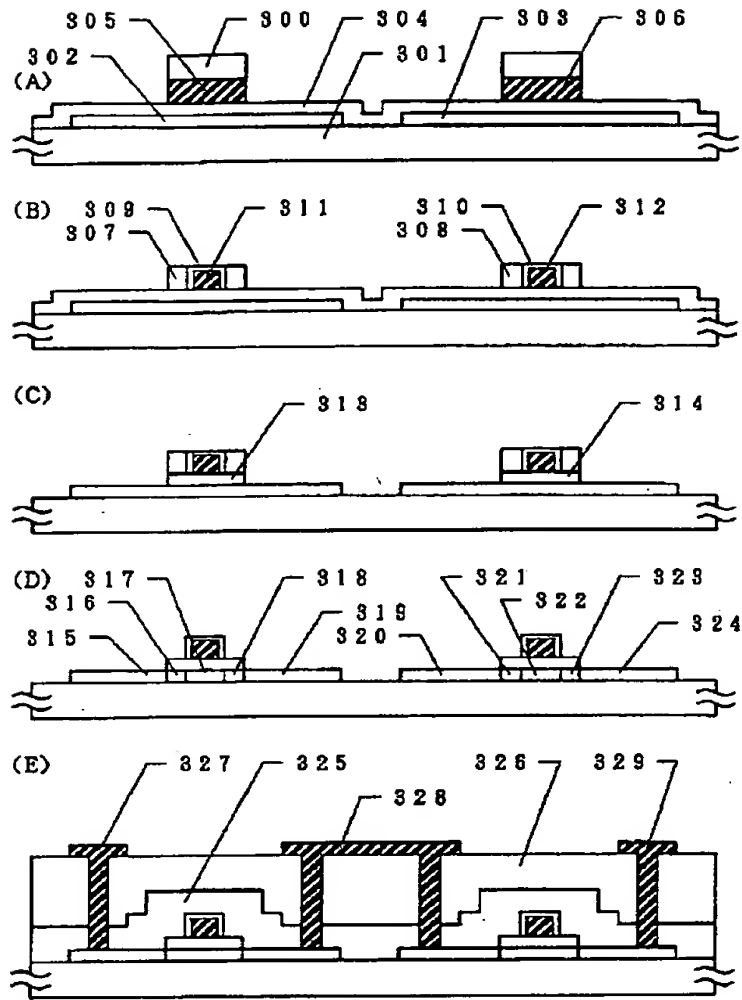


- 213 層間絶縁膜 (窒化珪素膜)
- 214 層間絶縁膜 (アクリル樹脂膜)
- 215 ソース電極
- 216 ドレイン電極

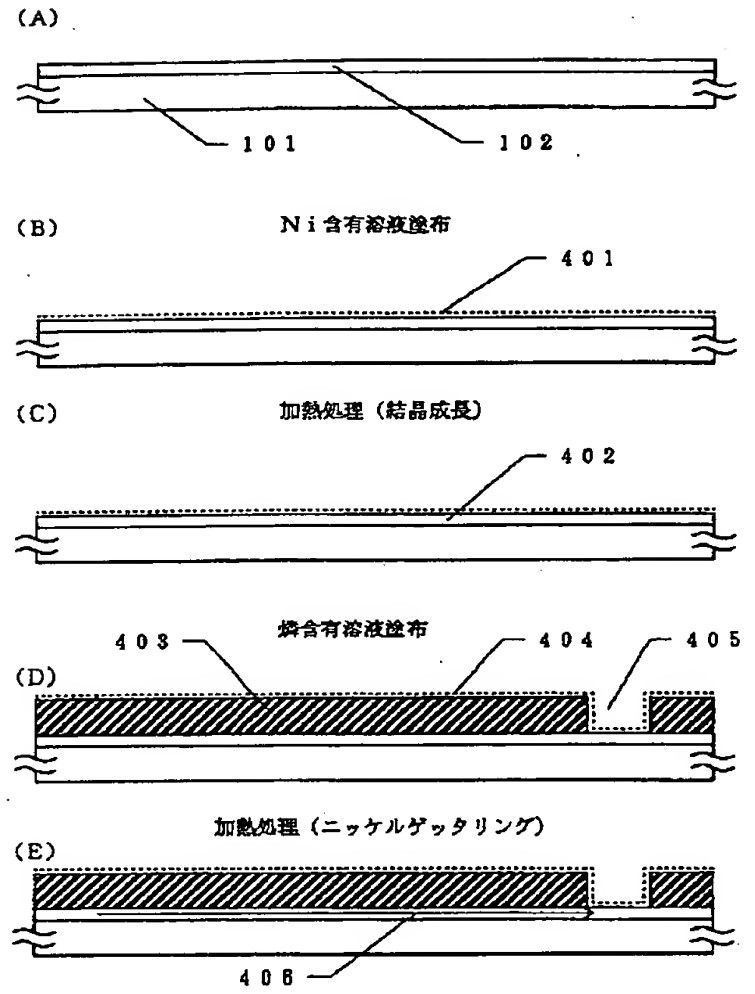
【図2】



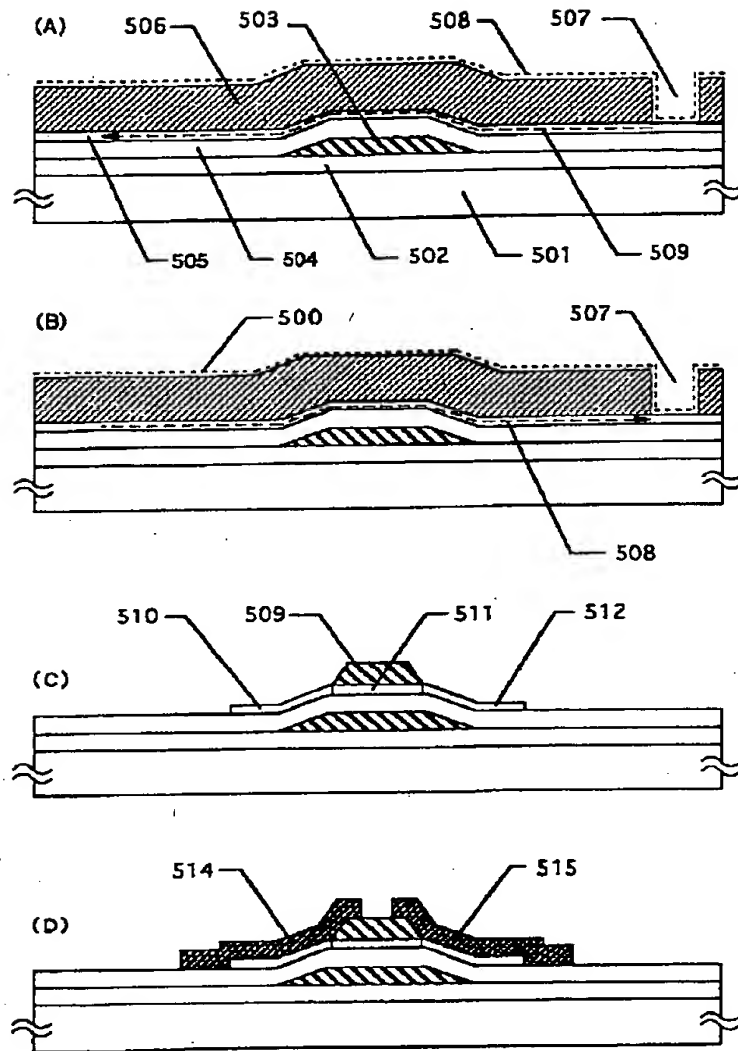
【図3】



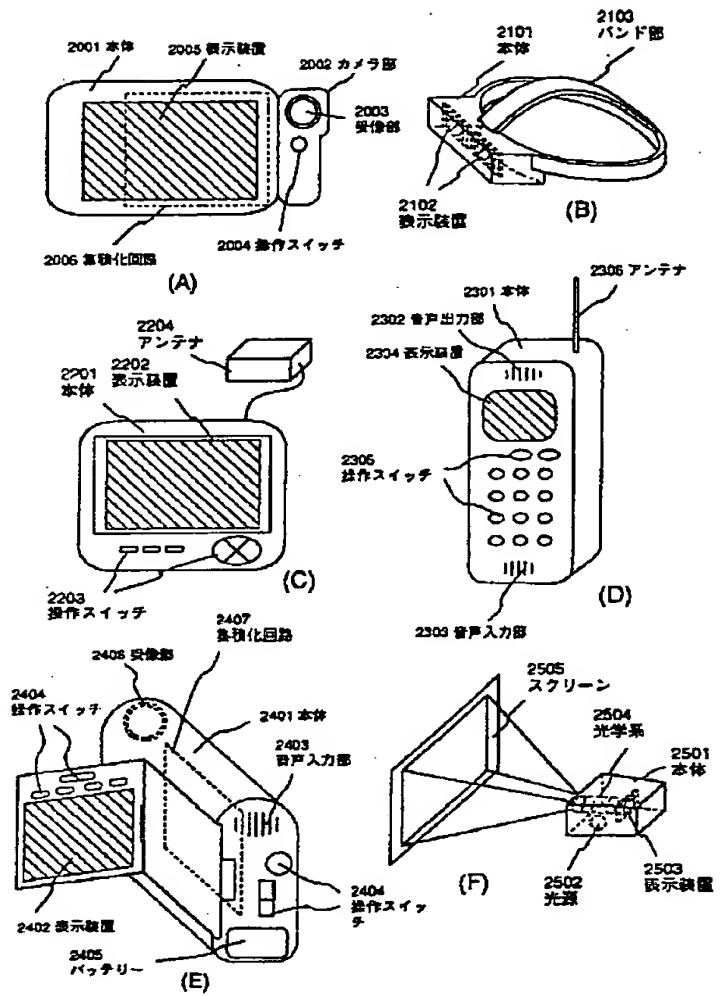
【図4】



【図 5】



【図 7】



【図 6】

